



REC'D 06 JUN 2000

WIPO

PCT

DE 00/463

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Add-Drop-Multiplexereinrichtung und optisches Wellenlängen-Multiplex-Übertragungssystem"

am 24. Januar 2000 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 J, H 04 L und H 04 B der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 24. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 100 02 851.9

Ebert

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Beschreibung

Add-Drop-Multiplexereinrichtung und optisches Wellenlängen-Multiplex-Übertragungssystem

5

Die Erfindung betrifft Add-Drop-Multiplexereinrichtungen und ein mit diesen realisiertes optisches Wellenlängen-Multiplex(WDM)-Übertragungssystem.

- 10 In rein optischen WDM-Netzen werden Übertragungskanäle mit unterschiedlichen Wellenlängen zur Herstellung von Datenverbindungen genutzt. Auf Wunsch von Kunden sollen vom Netzbe-
- 15 treiber Verbindungen zwischen beliebigen Anschlußpunkten zur Verfügung gestellt werden. Zur Herstellung dieser Verbindungen wurden bisher elektronisch arbeitende Cross-
- 20 Connectoren/Durchschalteinrichtungen verwendet. Dasselbe Prinzip kann auch prinzipiell für rein optisch arbeitende Netze verwendet werden. Problematisch und sehr kostenintensiv ist hier jedoch die Verwendung von fernkonfigurierbaren optischen Schalteinrichtungen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine mit geringerem Aufwand realisierbare Add-Drop-Multiplexereinrichtung und ein WDM-Übertragungssystem anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch einen Add-Drop-Multiplexer gemäß Patentanspruch 1 gelöst. In einem unabhängigen Anspruch ist ein zugehöriges Übertragungssystem angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

30

- ~~Bei der Erfindung wird eine modulare Bauweise verwendet, bei~~
- der je nach Bedarf unterschiedliche Modultypen eingesetzt werden können. In der Regel wird nur ein geringer Teil der geschalteten Verbindungen häufig neu konfiguriert werden,
- 35 während in der Regel der größte Teil der Verbindungen statisch ist und nie oder äußerst selten neu konfiguriert werden muss. Entsprechend hoch ist der Kostenvorteil.

Figur 1 eine Add-Drop-Multiplexereinrichtung für statische
und fernkonfigurierbare Verbindungen,
Figur 2 ein Frequenzschema eines optischen WDM-Signals,
5 Figur 3 ein Ringnetz und
Figur 4 eine Variante des Add-Drop-Multiplexers.
Figur 5 eine Variante eines Drop&Continue-Moduls.
Figur 6 eine weitere Variante eines Drop&Continue-Moduls.
Figur 7 eine vereinfachte Realisierungsform eines
10 Drop&Continue-Moduls.

In **Figur 1** ist eine Add-Drop-Multiplexereinrichtung (häufig
kurz als Add-Drop-Multiplexer oder Netzknoten, Cross-
Connector oder Durchschalteinrichtung bezeichnet) NK1 dar-
15 gestellt. Ein ankommendes optisches WDM-Signal WMS1 wird zu-
nächst einem Gruppenfilter 1 zugeführt. Dieses teilt das Si-
gnal WMS1 in vier verschiedene Kanalgruppen G1 bis G4 ent-
sprechend **Figur 2** auf. Die statischen Verbindungen werden den
Kanalgruppen G1 bis G3 zugeordnet, während sämtliche kurzfri-
20 stigen Verbindungen der vierten Kanalgruppe G4 zugeordnet
sind. Jeder dieser Kanalgruppen ist jeweils ein Modul MM1 bis
MM3 und MF4 zugeordnet, um bestimmte Kanäle abzweigen und
einzufügen sowie andere Kanäle durchschalten zu können. Hier-
bei ist es aus Aufwandsgründen zweckmäßig und bei bestimmten
Ausführungsformen erforderlich, einer Kanalgruppe frequenzmä-
30 ßig benachbarte Kanäle zuzuordnen. Es ist aber auch eine
funktionelle verbindungsorientierte Zuordnung möglich.

Bei dem Modul MM1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit le-
30 diglich zwei Add-Drop-Anschlüsse 24 und 25 bezeichnet. Die
auszusendenden Kanäle dieses Moduls werden in einem WDM-
Multiplexer 13 zusammengefaßt. Das Modul weist ein manuelles
Schaltfeld 6 auf, mit dem beliebige Verbindungen mit Hilfe
von sogenannten "Patchcourts" von Hand gesteckt werden kön-
35 nen. Die Module M2 und M3 enthalten ebenfalls jeweils einen
WDM-Demultiplexer 3 bzw. 4, ein manuelles Schaltfeld 7 bzw. 8
und einen WDM-Multiplexer 14 bzw. 15. Lediglich das vierte

Vorteilhaft ist zunächst eine Aufteilung des WDM-Signals in mehrere Kanalgruppen, von denen mindestens eine von einem WDM-Demultiplexer in einzelne optische Kanäle aufgeteilt werden, die prinzipiell einzeln abzweigbar oder durchschaltbar sind. Einer dieser Kanalgruppen sind beispielsweise „statisch“ verschaltete Kanäle für Langzeitverbindung zugeordnet, die einem technisch einfach ausgeführtem Modul zugeführt sind, während eine andere Kanalgruppe als Kurzzeitverbindungen dienende Kanäle enthält, die ständig neu verschaltet werden, was in einem anderen Modultyp mit entsprechend aufwendigeren Umschalteneinrichtungen erfolgt.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der Erfindung in Ringnetzen, bei denen ein erheblicher Teil der Kanäle lediglich durchgeschaltet wird. Hier besteht dann das entsprechende Modul nur aus einer optischen Verbindungsleitung.

Neben der Verwendung von Modulen mit optischen Schaltmatrizen zur Realisierung von Add-Drop-Funktionen kann als Add-Drop-Einheit auch eine Kombination von Zirkulatoren und abstimmbaren Filtern verwendet werden.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von abstimmbaren steuerbaren Filtern, deren Transmissions- und Reflexionsdämpfung beispielsweise thermisch steuerbar sind und hierdurch eine Neukonfiguration ermöglichen, ohne den Betrieb auf den durchgeschalteten Kanälen zu stören.

Zusätzlich werden vorteilhaft erfindungsgemäß mit Hilfe eines weiteren Modultyps fernkonfigurierbare Drop&Continue-Kanäle zur Realisierung von Broadcast-Funktionalitäten eingesetzt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Modul weist zwischen seinem WDM-Demultiplexer 5 und seinem WDM-Multiplexer 16 ein fernkonfigurierbares Schaltfeld 9 mit mehreren Schaltmatrizen 10 mit jeweils vier Anschlüssen auf. Jede dieser Schaltmatrizen gestattet es, einen vom WDM-

5 Demultiplexer 5 separierten „Kanal“ durchzuschalten oder abzuzweigen und einen entsprechenden „Kanal“ einzufügen. Der Drop-Anschluß eines von zwei dargestellten Schaltmatrizen ist hier mit 11 und der Add-Anschlüsse mit 12 bezeichnet. Die mit Hilfe der WDM-Multiplexer 13 bis 16 neu konfigurierten Kanalgruppen N1 bis N4 werden von einem Kombinationsfilter 17 zusammengefaßt und ausgesendet.

Durch Austausch von Modulen kann jeder Add-Drop-Multiplexer den Erfordernissen angepaßt werden. Wird beispielsweise ein
15 höherer Anteil von fernkonfigurierbaren Verbindungen gewünscht, kann beispielsweise das Modul MM3 durch einen Typ des Moduls MF4 ersetzt werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur für eine Übertragungsrichtung und nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Bei bidirektionalen Verbindungen ist eine gleiche Anordnung für die Gegenrichtung vorgesehen.

In optischen Ringen, in denen diese Netzelemente eingesetzt werden, kann sowohl ein echter Ringverkehr geführt werden, wie er von den Synchronnetzen bekannt ist. Es kann aber auch entsprechend **Figur 3** ein sogenannter HUB-Verkehr durchgeführt werden, bei den unterschiedliche Add-Drop-Multiplexer benötigt werden, die über Lichtwellenleiter 28 und 29 ringförmig verbunden sind. Eine erste Add-Drop-Multiplexereinrichtung
30 NK1 dient als zentraler Knoten (Master-Knoten), der logisch den Verkehr doppelsternförmig auf die anderen Add-Drop-Multiplexer verteilt. Der Master-Knoten muß entsprechend eine Add-Drop-Kapazität von 100% besitzen, wie in Figur 1 dargestellt ist, mit (beispielsweise entsprechend Figur 1) 75%
35 statischem und 25% fernkonfigurierbarem Verkehr. Die anderen Multiplexer/Netzknoten NK2, NK3 und NK4 benötigen nur eine relativ geringe Add-Drop-Kapazität, von der wiederum nur ein

Teil fernkonfigurierbar sein muß. Ein wesentlicher Teil des Verkehrs konzentriert auf bestimmte Kanalgruppen wird durchgeschaltet.

- 5 Eine für die Netzknoten NK2 bis NK 4 mögliche Add-Drop-Multiplexereinrichtung ist in **Figur 4** dargestellt. Sie enthält zwei Module MD21 und MD23, die jeweils aus einer optischen Verbindungsleitung 23 bestehen. Ein weiteres Modul MM22 ist wiederum für statische Verbindungen und das Modul MF24
- 10 ist für fernkonfigurierbare Verbindungen vorgesehen. Dieses Modul enthält mindestens einen Zirkulator 18 und ein abstimmbares Filter 19, mit dessen Hilfe einzelne Wellenlängen und damit einzelne Kanäle abgezweigt werden können. Mit Hilfe von weiteren Zirkulatoren 20 und abstimmbaren Filtern 21 können
- 15 weitere Kanäle (oder auch Gruppen von mehreren Kanälen) an Drop-Ausgängen 26 abgezweigt werden. Die entsprechenden Kanäle (mit neuen Daten) werden über Add-Eingänge 27 und einen Koppler 22 eingefügt.
- 20 Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Modul MF24 so ausgestaltet ist, daß während einer Neukonfiguration, d.h. bei einer Verstimmung der Filter 19 und 21 die anderen durchgeschalteten Kanäle nicht gestört werden. Dies kann durch Überbrücken der Filter oder durch thermische Beeinflussung der Filter erfolgen, durch die die Filtereigenschaften weitgehend reduziert werden. Entsprechende Filter und entsprechende Add-Drop-Continue-Module sind in der deutschen Patentanmeldung DE 19846674.9 beschrieben. Das Modul MM22, das Gruppenfilter und das Kombinationsfilter stimmen mit dem Netzknoten NK1 über-
- 30 ein.

In **Figur 5** ist eine Variante eines Drop&Continue-Moduls MF25 für fernkonfigurierbare Drop&Continue-Kanäle dargestellt, das einen Koppler 22, einen Zirkulator 30, ein abstimmbares Filter 31 sowie einen Absorber 35 aufweist. Die Continue-

35 Funktionalität des Drop&Continue-Moduls MF25 wird mit Hilfe einer optischen Verbindungsleitung 23 realisiert, die den

Eingang e des Drop&Continue-Moduls MF25 über den Koppler 22 mit dem Ausgang a des Drop&Continue-Moduls MF25 verbindet und über die beispielsweise sämtliche kurzfristigen Verbindungen der vierten Kanalgruppe G4 übertragen werden. Die Drop-

5 Funktionalität des Drop&Continue-Moduls MF25 wird insbesondere mit Hilfe des Kopplers 22, des abstimmbaren Filters 31 und des Zirkulators 30 realisiert, wobei durch den Koppler 22 ein Teil des die vierte Kanalgruppe G4 repräsentierenden optischen WDM-Signals ausgekoppelt und über eine weitere optische Verbindungsleitung 36 an den Zirkulator 30 übertragen wird.

10 Über das abstimmbare Filter 31 läßt sich somit ein einzelner Kanal, beispielsweise Kanal K25, der Kanalgruppe G4 abzweigen. Der nicht durch das abstimmbare Filter 31 separierte Teil des ausgekoppelten, die vierte Kanalgruppe G4 repräsentierenden optischen WDM-Signals wird an den optischen Absorber 35 weitergeleitet, der zur Entsorgung dieser nicht reflektierten WDM-Kanäle K26 bis K32 vorgesehen ist. Zusätzlich kann optional das Drop&Continue-Modul MF25 mit Hilfe eines Add-Anschlusses 12, der an den Koppler 22 geführt ist, zu einem Add-Drop&Continue-Modul erweitert werden - in Figur 5 durch eine strichliert gezeichnete Add-Anschlußleitung 12 angedeutet. Hierbei können nur WDM-Signale eingespeist bzw. „geadded“ werden, deren Wellenlänge außerhalb des durch das abstimmbare Filter 31 ausblendbaren Wellenlängenbereiches liegen.

In **Figur 6** ist ein zur Abzweigung von mehreren Kanälen K25 bis K32 der vierten Kanalgruppe G4 erweitertes Modul MF26 des in Figur 5 dargestellten Drop&Continue-Moduls MF25 darge-

30 stellt. Dieses erweiterte Modul MF26 weist hierzu beispielsweise ein weiteres abstimmbares Filter 33 und ein zur Trennung der rückgestreuten Kanäle K25 bis K32 vorgesehener WDM-Demultiplexer 34 auf. Mit Hilfe dieses erweiterten Moduls MF26 können vorteilhaft die Kanaltrennschärfe des

35 Drop&Continue-Moduls MF26 erhöht werden, welches bei einer großen Anzahl von WDM-Kanälen vorteilhaft ist.

In **Figur 7** ist eine vereinfachte Realisierung der Drop&Continue-Funktionalität in einem weiteren Modul MF27 dargestellt, bei dem mit Hilfe eines Kopplers 22, der in die optische Verbindungsleitung 23 eingeschaltet ist, über eine optische Verbindungsleitung 36 ein Teil des die vierte Kanalgruppe G4 repräsentierenden optischen WDM-Signals unmittelbar an einen WDM-Multiplexer 34 geführt wird. Mit Hilfe des WDM-Multiplexers 36 werden anschließend der jeweilige WDM-Kanal K25 bis K32 abgezweigt und an den jeweiligen Drop-Anschluß 11 geführt. Eine derartige Realisierung eines Drop&Continue-Moduls kann insbesondere vorteilhaft bei einer geringen Kanaldichte pro Kanalgruppe G1 bis G4 eingesetzt werden.

Selbstverständlich können in einem Netzterminal auch mehrere der vorstehend beschriebenen Add-Drop-Multiplexer in Kette geschaltet werden.

Patentansprüche

1. Add-Drop-Multiplexereinrichtung für ein optisches Wellenlängen-Multiplex-Übertragungssystem,

5 dadurch gekennzeichnet,

daß in jeder der Add-Drop-Multiplexereinrichtungen ein Gruppenfilter (1) vorgesehen ist, das ein ankommendes WDM-Signal (WMS1) in mehrere Kanalgruppen (G1-G4) mit Kanälen (K1-K32) unterschiedlicher Wellenlängen aufteilt,

10 daß mehrere Module (M1-M4) zum Durchschalten und Abzweigen von Kanälen vorgesehen ist,

daß mehrere Modultypen (MM, MD, MF) vorgesehen sind, die bedarfsweise einsetzbar sind,

15 daß ein erster Modultyp (MM) vorgesehen ist, der eine manuelle Neukonfiguration von durchgeschalteten und von Add-Drop Kanälen (K1 - K8) ermöglicht und Langzeitverbindungen der Kanäle (K9-K16) einer Kanalgruppe (G1, G2, G3; G2..) konfiguriert, und/oder ein dritter Modultyp (MD) vorgesehen ist, der jeweils eine Kanalgruppe (G1, G3) geschlossen durchschaltet,

20 daß ein zweiter Modultyp (MF) vorgesehen ist, der eine Fernkonfiguration von durchgeschalteten Kanälen und Add-Drop-Kanälen (K25 - K32) ermöglicht und Kurzzeitverbindungen jeweils von Kanälen (K25-K32) einer weiteren Kanalgruppe (G4) mit mehreren unterschiedlicher Wellenlänge realisiert sind, und

daß ein Kombinationsfilter (17) vorgesehen ist, dem die gegebenenfalls neu konfigurierten Kanalgruppen (N1-N4) zugeführt werden, die zu einem abgehenden WDM-Signal (WMS2) zusammengefaßt werden.

30

2. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein vierter Modultyp (MF25, MF26, MF27) vorgesehen ist, der eine Fernkonfiguration von Drop-Continue-Kanälen ermöglicht.

35

3. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der erste Modultyp (MM) im wesentlichen einen WDM-Demultiplexer (2) ein manuell konfigurierbares Koppelfeld (6) und einen WDM-Multiplexer (13) enthält.

- 5 4. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Modultyp (MF) einen WDM-Demultiplexer (5) ein fernkonfigurierbares Koppelfeld (9) und einen WDM-Multiplexer (16) enthält.

10

5. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Modultyp (MF) eine Add-Drop-Continue-Einrichtung mit mindestens einem Zirkulator (18) und einem abstimmbaren Filter (19) sowie eine Einkoppeleinrichtung (20) enthält.

6. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als dritter Modultyp (MD) ein optisches Verbindungskabel (23) vorgesehen ist.

7. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vierte Modultyp (MF25, MF26, MF27) eine Koppereinrichtung (22) zum Auskoppeln zumindest eines Teils des ankommenden WDM-Signals und einen Zirkulator (30) sowie mindestens ein abstimmbares Filter (32, 33) aufweist.

- 30 8. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlaßdämpfung des Filters (19, 32, 33) einstellbar ist.
-

- 35 9. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß die Durchlaßdämpfung des Filters (19,32,33) thermisch einstellbar ist.

10. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 5 oder 7,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß als abstimmbare Filter (19,32,33) hinsichtlich der Resonanzwellenlänge abstimmbare schmalbandige, in Reihe geschaltete Bragg-Kanalfilter vorgesehen sind, deren Sperrbereich derartig schmalbandig ist, daß ein auf eine zwischen den Kanälen (K25 - K32) liegende Wellenlänge abgestimmtes Filter
10 (19,32,33) die Funktion der benachbarten Kanäle (K25 - K32) zumindest nicht wesentlichen beeinflußt.
11. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 10,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Reihenschaltung der abstimmbaren Filter (19,32,33) durch einen optischen Absorber (35) abgeschlossen ist, in den nicht reflektierte WDM-Signale geleitet werden.
- 20 12. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Auskopplung mehrerer Kanäle (K25 - K32) zusätzlich ein WDM-Demultiplexer (34) vorgesehen ist, wobei dieser mindestens für genau die Anzahl von Kanälen (K25 - K32) konzipiert ist als dies der Anzahl der abstimmbaren Filter
(19,32,33) entspricht.
13. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß der vierte Modultyp eine Koppereinrichtung (22) zum Auskoppeln zumindest eines Teils des ankommenden WDM-Signals und mindestens eine als WDM-Demultiplexer (34) wirkende Filteranordnung zur Trennung des ausgekoppelten WDM-Signals in mehrere Kanäle (K25 - K32) unterschiedlicher Wellenlänge aufweist.
35

14. Add-Drop-Multiplexereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kanäle (K1 - K8) einer Kanalgruppe (G1) frequenzmäßig
5 benachbart sind.

15. Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystem mit mehreren
über Lichtwellenleiter (28, 29) miteinander verbundenen Add-
Drop-Multiplexereinrichtungen (NK1 - NK4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
10

Zusammenfassung

Add-Drop-Multiplexereinrichtung und optisches Wellenlängen-Multiplex-Übertragungssystem

5

Die Add-Drop-Multiplexereinrichtung weist ein Gruppenfilter (1) auf, das ein ankommendes WDM-Signal (WMS1) in mehrere Kanalgruppen (G1 bis G4) von jeweils benachbarten WDM-Kanälen (K1 bis K8,...) aufteilt. Jede Kanalgruppe wird einem Modul (M1-M4) zur Neukonfiguration zugeführt. Ein erster Modultyp (MM) ermöglicht eine manuelle Konfiguration von Add-Drop-Kanälen und durchgeschalteten WDM-Kanälen (K1-K8,...) während ein zweiter Modultyp (MF) eine Fernkonfiguration ermöglicht. Ein vierter Modultyp (MF25,MF26,MF27) ermöglicht eine Fernkonfiguration von Drop-Continue-Kanälen (K25-K32).

10

15

Figur 1

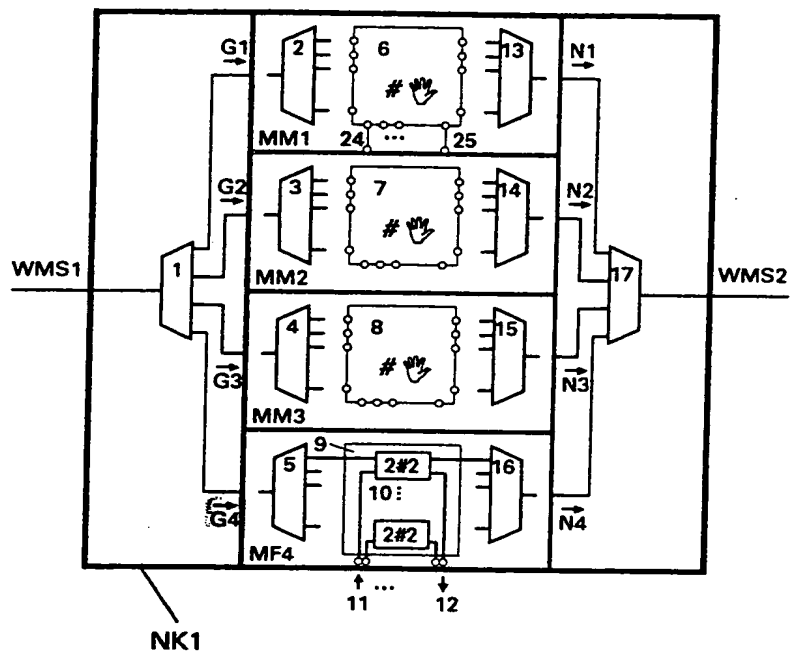


Fig. 1

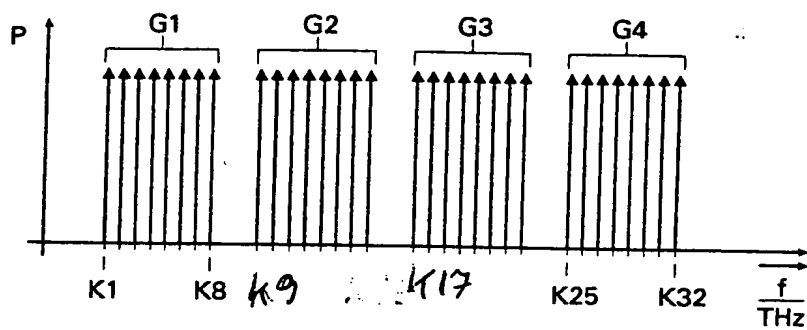


Fig. 2

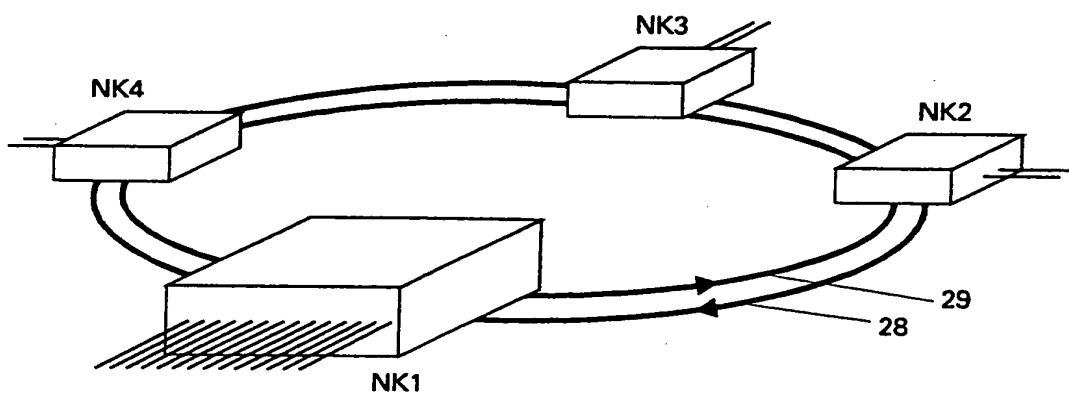


Fig. 3

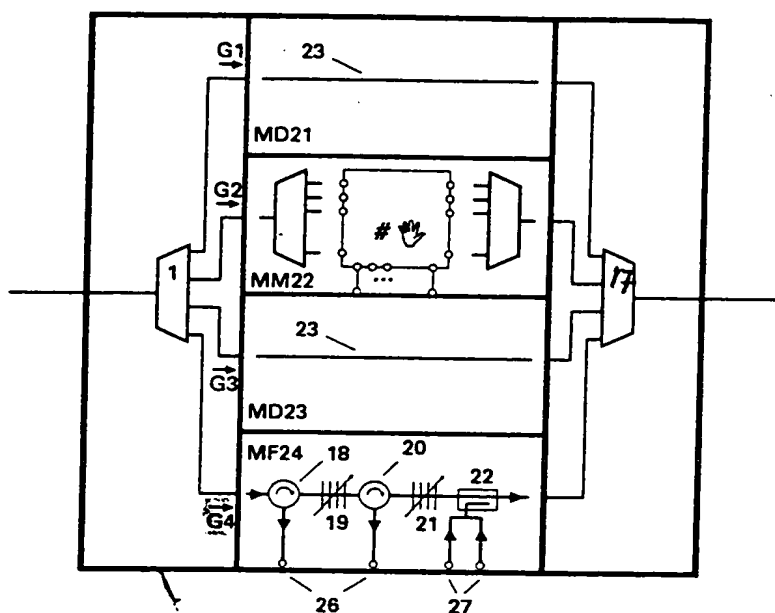


Fig. 4

NK2

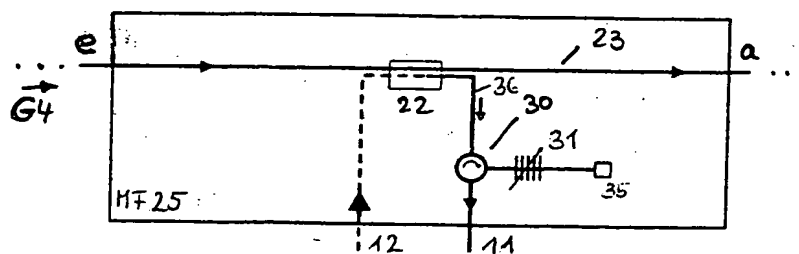


Fig. 5

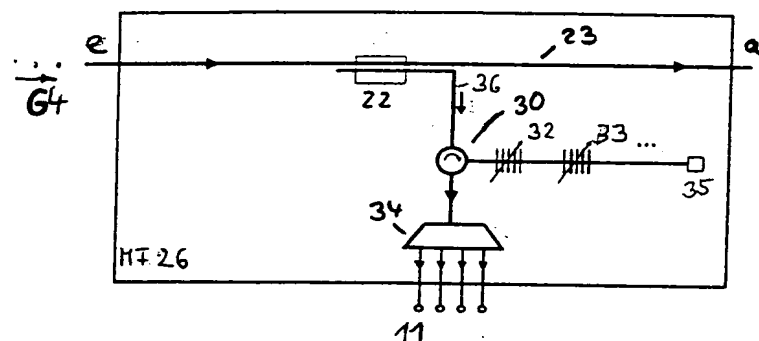


Fig. 6

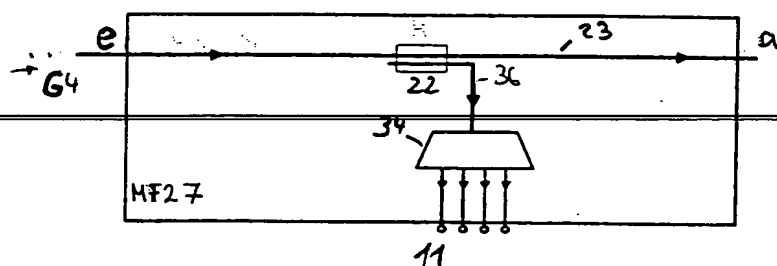


Fig. 7